

6~11 岁儿童执行功能发展研究

文 萍¹ 李 红²

(1. 广西师范大学 教育科学学院 桂林 541004; 2. 西南大学 心理学院 重庆 400715)

摘 要:以 168 名 6~11 岁儿童为被试,使用 9 种执行功能任务研究了儿童三种执行功能成分的发展,三种执行功能是抑制(Inhibition)、转换(Shifting)和刷新(Updating)。结果发现:整个儿童阶段,三种执行功能一直表现出随年龄递增而增长的趋势;不同的执行功能表现出不同的发展速率,其中抑制控制大约在 6~7 岁表现出一个快速的增长期,记忆刷新从 7 岁到 10 岁一直呈线性增长,转换表现出两个快速增长期,第一个快速增长则发生在 7~8 岁之间,第二个快速增长则发生在 9~10 岁之间,三种执行功能的发展趋势到大约 10 岁后趋于平缓,10 岁和 11 岁儿童的表现没有显著性差异,所有执行功能任务测量中没有发现性别主效应,年龄和性别的交互作用不显著。

关键词:执行功能 转换 抑制 刷新 儿童

中图分类号: B842.5

文献标识码: A

文章编号: 1003-518X(2007)03-0038-06

1 研究目的

儿童心理能力的发展受到主导活动变化的影响,儿童从幼儿园进入小学,学习取代游戏成为他们的主导活动,为完成学习任务,学生的各种认知能力包括协调认知过程的高级认知能力会得到迅速发展,在成长发展过程中儿童变得越来越能控制自己的认知和行为,这些变化与执行功能的发展密不可分。

执行功能是一种复杂的认知结构,是指有机体对思想和行动进行有意识控制的加工过程^[1],执行功能的可分离性潜变量模型研究表明,儿童执行功能包括一系列相对独立的子功能^[2]。

文章思考的问题是,儿童的执行功能到底是怎样发展的?不同的成分是否有不同发展速率?虽然目前已有一些研究涉及到了这一问题^[3,4],但对儿童执行功能的发展仍然没有彻底揭示清楚。对目前儿童执行功能的发展研究,仍存在一些缺憾:第一,一些研究对被试年龄段的选取跨度比较大,如 Huizinga 的年龄相关研究只选取了 7 和 11 岁两个年龄段儿童做研究被试^[5],而在这个阶段儿童的内部发展是多变的,被试年龄跨度过大可能会遗漏儿童执行功能发展的细节和重要信息;第二,不同的研究使用不同的任务测量同一种执行功能成分,如对抑制的研究,有的使用 go/no-go 任务,有的使用停止信号任务,有的使用 Eriksen Flankers 任务,不同的任务

需要的认知成分不同,这些不同研究所使用的不同任务所需要的认知能力到底具有多大程度的一致性;第三,不同的研究对不同的被试施测某一种执行功能测量任务,如果简单地把来自不同研究的结果放在一起讨论,从而推论某一种执行功能的发展趋势(譬如相应的执行功能成分具有什么样的发展趋势),这从发展研究的角度来看,不得不说也是一种缺憾;第四,一些研究表明儿童执行功能发展不存在性别差异^[4],但是有的研究却发现,白人男孩在完成 go/no-go 任务时,比白人女孩、黑人男孩、以及黑人女孩反应快^[3],看来关于执行功能的性别效应也值得进一步探究。因此,在相同的研究阶段,对背景类似的不同年龄组进行性质相同甚至作业任务完全相同的执行功能研究,在此基础上对执行功能发展模式进行推论和评估应该更可靠些,所以,研究对儿童进行更为细致和连续的分组,使用多种任务测量同一种执行功能,期望为儿童执行功能各成分发展描绘一个更细致的图画。

根据 Pennington 的理论框架^[6],揭示儿童三种执行功能(记忆刷新、心理定势转换和抑制控制)的发展变化趋势,探讨儿童执行功能发展的年龄效应和性别差异,弥补以往执行功能发展研究中的缺憾和不足。

转换(Shifting)即心理定势转换,指多种任务或

心理定势之间的转换。转换过程包括从无关的任务中脱离出来,并积极投入到一个相关的任务中。所选择的测查转换功能的任务是:数字转换任务(more-odd shifting task)、词类转换任务(verbal shifting task)、威斯康星卡片分类任务(WCST)。虽然这三种任务的具体操作要求不同,但是所有任务都有进行心理定势转换的要求。抑制(Inhibition),即抑制控制,指对优势的和自动的反应进行有意识抑制的能力。用来测查抑制能力的任务是:色词 Stroop 任务、数字 Stroop 任务和日/夜 Stroop 任务,虽然不同的任务要求抑制的具体反应不同,但所有任务都要求有意的停止一个几乎自动化的反应。刷新(Updating),即记忆刷新,指工作记忆表象的刷新和监控。刷新功能需要对进入的信息进行监控和编码,以适应当前的任务,还要对工作记忆中的内容进行适当地修改,用新的、更合适的信息取代旧的、不合适信息。用来测查刷新功能的任务是:数字刷新任务(N-back task)、听句子广度任务(listening Span Task)和数点数广度任务(Count-span)。虽然这三种任务需要刷新的信息特性不同,任务目标各异,但这三种任务都需要持续地监控和刷新工作记忆。

为克服前人研究中存在的缺陷,在进行儿童执行功能测量时注意了以下问题:1)选择适当的测量任务,并使用多种测量任务测查一种执行功能,提高执行功能测量的信度;2)能使用基线任务的尽量设计使用基线任务,使执行功能的测量更“纯”,提高执行功能测量的效度。

2 研究方法

2.1 被试

被试来自桂林市龙隐小学 6~11 岁儿童共 171 人(男生 84 人,女生 89 人)根据平均年龄将儿童分成六个组:6 岁组 30 人(平均年龄 6.1 ± 0.2 岁;男生 13 人,女生 17 人),7 岁组 30 人(平均年龄 7.3 ± 0.2 岁;男生 17 人,女生 13 人),8 岁组 30 人(平均年龄 8.1 ± 0.5 岁;男生 15 人,女生 15 人),9 岁组 28 人(平均年龄 9.4 ± 0.4 岁;男生 16 人,女生 12 人),10 岁组 27 人(平均年龄 10.3 ± 0.4 岁;男生 13 人,女生 14 人),11 岁组 28 人(平均年龄 11.3 ± 0.4 岁;男

生 10 人,女生 18 人)。使用《韦克斯勒儿童智力测量中的分量表——词汇理解和积木(北师大修订版)》对所有被试进行智力测验,结果 171 名儿童的智力测量得分全部在中等程度范围,没有低下者或超常者。使用色盲检查卡,对所有被试进行色觉检查,结果所有被试色觉正常。

2.2 实验任务和程序

2.2.2 实验任务

实验包括九种执行功能任务:数字 Stroop 任务、色词 Stroop 任务、日/夜 Stroop 任务、数字转换任务、词类转换任务、威斯康星卡片分类任务(wcst)、听句子广度任务、数点数广度任务和数字刷新任务。

2.2.3 实验程序

实验程序包括预备实验和正式实验 2 个阶段。预备实验在龙隐小学进行,随机选取 6 名 7~9 岁儿童参加实验。实验中,要求被试执行全部实验材料并指出其中是否有不清楚的地方,并考察大约在 1 小时内完成所有任务是否有困难。结果表明,这些儿童对指导语的理解和任务材料的感知,没有出现误听、误视和误解的现象。

正式实验在大学心理系实验室进行,实验前被试家长都在《实验协议》上签字同意,被试由家长陪同到实验室参加实验。正式实验既有纸笔测验任务,也有计算机编程测试任务。数字 Stroop 任务、色词 Stroop 任务、日/夜 Stroop 任务、数字转换任务、词类转换任务、数字刷新任务都是计算机编程测试任务,威斯康星卡片分类任务、听句子广度任务、数点数广度任务是纸笔测验任务。计算机编程测试任务反应时按键精确到毫秒,记录按键反应时。在施测顺序上考虑对执行功能的种类和刺激材料进行搭配,所有被试按相同的顺序进行,以减少被试与测试顺序之间的交互作用引起的误差。正式实验分两个阶段,阶段 1 测试顺序为:色词 Stroop、数字转换、日/夜 Stroop、词类转换、数字 Stroop、数字刷新;阶段 2 测试顺序为:数点数广度任务、听句子广度任务、威斯康星卡片分类任务(64 张简化版)。实验约需 40 分钟到 1 小时,被试在每一任务之间都可略作休息。

表 1 儿童在九项执行功能任务上的平均数和标准差

	6 岁组 (n = 30)		7 岁组 (n = 30)		8 岁组 (n = 30)		9 岁组 (n = 25)		10 岁组 (n = 26)		11 岁组 (n = 27)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
色词 stroop	1632.23	242.6	1610.82	225.6	1496.40	276.6	1551.98	214.2	1549.28	193.4	1631.62	257.0
数字 stroop	734.30	229.6	769.83	163.3	851.98	142.3	884.27	130.0	935.44	110.4	936.65	98.7
白/夜 stroop	645.45	195.1	690.33	148.1	757.26	136.5	782.16	149.7	835.78	135.3	841.12	134.9
数字刷新	1.20	1.7	2.87	2.3	4.17	2.4	5.24	2.6	6.85	1.9	6.37	2.2
听句子广度	2.10	1.1	2.97	0.8	3.47	1.3	3.80	0.8	4.42	0.9	4.70	0.9
数点数广度	2.70	0.8	3.50	1.3	3.97	1.4	4.68	1.5	5.96	1.6	5.48	1.5
数字转换	1465.51	514.8	1522.25	437.0	1941.02	524.9	2054.13	793.3	2104.42	454.8	2178.71	245.9
词语转换	1592.97	693.2	1798.83	631.3	2252.35	414.7	2059.24	533.7	2431.69	474.3	2502.82	342.7
wcst	8.87	7.8	11.47	6.3	18.03	5.0	17.44	7.7	18.08	6.0	20.67	4.4

3 结果与分析

3.1 九项执行功能任务上的平均数和标准差

六个年龄组在九项执行功能任务上的得分见表 1。为了便于解释,对因变量的测度方向(测量抑制控制和心理定势转换的六项任务)进行了调整,使其数值越大表示其在任务中的表现越好。根据前人的数据调整经验^[7],使用以下调整步骤对异常数据进行了处理,首先,剔出反应时测验中的无效应答数据。正确反应率低于 90% 就计为无效反应被剔出,调整率为 1.89%;第二步,被试内的反应时分布检验。超过此被试反应时平均值 3 个标准差的反应时,用 3 个标准差的反应时取代,受调整地观察值为 2.1%;第三步,使用均值替代法(mean substitution)取代缺失值。通过调整后,测量数据基本上都达到了统计上的常态水平。最后参加统计分析的被试样本数为 168 人。

3.2 儿童执行功能发展趋势

由于 9 项执行功能任务计分标准不同,有的以反应时计分(数字 Stroop 任务、字色 Stroop 任务、白天-黑夜 Stroop 任务、数字转换任务、词类转换任务),有的以百分率计分(威斯康星分类任务),有的以正确分数计分(倒数 3 位刷新任务、听句子广度、数点数任务),为了便于任务间的比较,对每个执行功能任务上的得分作了标准 Z 分数转化。

对九项执行功能任务做主成分因素分析,并斜交旋转,得到 3 个主要因素(见表 2)。因子 1 为转换因子,包括的任务项目有:数字转、换词语转换和 WCST;因子 2 为刷新因子,包括的任务项目为:数字刷新、听句子广度和数点数广度;因子 3 为抑制因子,包括的任务项目有:字色 stroop、数字 stroop 和日

/夜 stroop。以转换、刷新和抑制分数(平均 Z 分数)为因变量,以年龄和性别作为自变量,使用一般线性模型的多变量方差分析,进行多元方差分析。当方差分析显著时,使用 LSD 法对六个年龄组进行事后比较。

表 2 九项执行功能任务在主成份上的负荷

任务项目	因子 1	因子 2	因子 3
字色 stroop	0.069	0.055	0.693
数字 stroop	0.128	0.089	0.891
日/夜 stroop	0.089	0.039	0.775
数字刷新	0.182	0.863	0.023
听句子广度	0.127	0.826	0.090
数点数广度	0.055	0.830	0.080
数字转换	0.887	0.129	0.106
词语转换	0.831	0.142	0.129
WCST	0.882	0.105	0.080

3.2.1 转换的发展

以年龄和性别为自变量,对转换因子进行多元方差分析。发现年龄主效应显著, $F_{(5,156)} = 10.071$, $p < 0.001$,性别主效应不显著, $F_{(1,156)} = 0.055$, $p > 0.05$,性别 × 年龄交互效应也不显著, $F_{(5,156)} = 1.315$, $p > 0.05$ 。对六个年龄组进一步做 LSD 检验,结果发现 6 岁组和 7 岁组之间转换功能没有差异,10 岁组和 11 岁组之间的转换功能也没有差异;10、11 岁组与 6、7 岁组转换功能存在显著差异;10、11 岁组转换功能显著高于 6、7 岁组。数据统计分析的结果表明儿童转换功能随着年龄的升高呈现上升的发展趋势,表现出两个主要发展阶段:大约 7 岁到 8 岁和 9 到 10 岁之间。

3.2.2 刷新的发展

以年龄和性别为自变量,对刷新因子进行多元方差分析,发现年龄主效应显著, $F_{(5,156)} = 20.667, p < 0.001$,性别主效应不显著, $F_{(1,156)} = 0.004, p > 0.05$,性别 × 年龄交互效应也不显著, $F_{(5,156)} = 0.851, p > 0.05$ 。进一步做 LSD 检验,结果发现 6、7 岁儿童的刷新功能没有差异,10、11 岁组刷新功能也没有差异,8~11 岁儿童刷新功能都显著高于 6、7 岁组。数据统计分析的结果表明儿童刷新功能随着年龄的升高呈现上升的发展趋势,表现出的主要发展期为 7 岁到 8 岁之间。

3.2.3 抑制的发展

以年龄和性别为自变量,对抑制因子进行多元方差分析。发现年龄主效应显著, $F_{(5,156)} = 3.839, p < 0.001$,性别主效应不显著, $F_{(1,156)} = 0.063, p > 0.05$,性别 × 年龄交互效应也不显著, $F_{(5,156)} = 0.837, p > 0.05$ 。对六个年龄组进一步做 LSD 检验,结果发现 7~11 岁组之间的抑制功能没有差异,7~11 岁组抑制功能显著高于 6 岁组。数据统计分析的结果表明儿童抑制功能主要发展期出现在 6 岁到 7 岁之间,以后随着年龄的升高而上升的发展趋势,大约 10 岁以后发展趋于平缓。

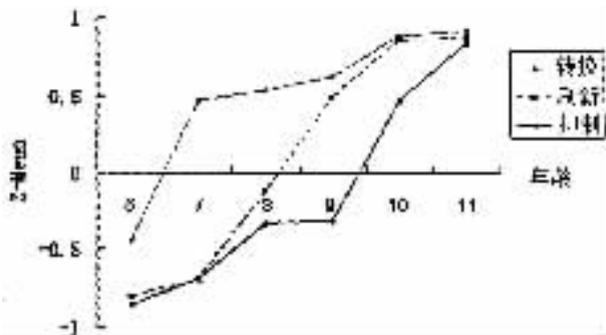


图 1 儿童的抑制、刷新和转换功能发展曲线图

总之,数据分析结果表明,由九项执行功能任务析出的三种执行功能,即抑制控制、记忆刷新和定势转换都不存在性别主效应,也不存在性别与年龄的交互作用效应,所有任务上的年龄主效应显著。被试的执行功能发展曲线见图 1。从图 1 可以看到:

第一,三种执行功能在 1~6 年级都表现随年龄递进而增加趋势;第二,不同的执行功能表现出不同的发展速率,其中记忆刷新的发展转折期发生在 7 岁,从 7 岁到 10 岁呈线性增长,而转换的转折期发生在 9 岁,9 岁到 10 岁发展较为迅速,抑制控制在 6

岁到 7 岁之间发展较为迅速,但转折期不明显;第三,三种执行功能中,抑制控制的发展快于转换和记忆刷新的发展,记忆刷新的发展次之,转换的发展相对较晚一些,最后,执行功能发展曲线还显示,三种执行功能随年龄发展而增强的上升趋势到大约 10 岁后趋于平缓。

4 讨论

4.1 儿童执行功能发展趋势

第一,6~11 岁儿童三种执行功能一直表现出随年龄增长而增长的趋势,这一结果支持儿童在所有执行功能任务上都处于发展状态的观点^[4],也与发展心理学强调的随着年龄增长儿童执行性控制变得更复杂、更高级的观点一致^[8]。

第二,不同的执行功能表现出不同的发展速率,其中抑制控制大约在 6~7 岁表现出一个快速的生长期,记忆刷新从 7 到 10 岁一直呈线性增长,转换表现出两个快速增长期,第一个快速增长则发生 7~8 岁,第二个快速增长则发生在 9~10 岁之间,这一结果与 Anderson 的观点一致^[9],Anderson 认为执行功能不是一个单一的概念,它包括许多亚成分,不同的成分可能具有不同的成熟期和发展速率,另外最近大量的学期儿童研究也表明,不同的执行功能成分具有不同的发展趋势^[10]。

第三,三种执行功能的发展趋势到大约 10 岁后趋于平缓,10~11 岁的表现没有显著性差异,这一结果可以得到神经心理学的研究结论的支持,儿童前额叶功能研究表明,儿童在执行功能测量方面大约在 10 岁左右已达到成人的水平^[11];行为研究层面结果也表明,10 岁的儿童的验证假设、注意保持、抑制控制,完成 WCST 等复杂测验任务的能力基本成熟^[4],6 岁至 10 岁儿童在 WCST(持续性错误的次数、完成的分类数、规则失败次数)上的表现呈线性上升,10 岁儿童的表现相当于正常成人水平^[12]。

儿童执行功能发展表现出以上特点是多种因素作用的结果,如大脑结构的发展和学校教育经验。小学儿童大脑结构在继续发展着,表现在脑的重量增加,3 岁儿童脑重 1011 克,9 岁儿童脑重 1350 克接近成人水平(成人脑重平均 1400 克),儿童大脑结构发展还表现在额叶显著增大,前额叶发育研究表明,在大约 7~10 岁以及少年期,是前额叶的成熟和发展期,而执行功能更多的与前额叶脑区密切相关,

一些研究还表明,儿童在执行功能任务上的表现,可能受到前额叶的中介调节,所以前额叶的发展和成熟在执行功能的发展上有重要意义^[13];儿童执行功能发展表现出的特点还可能与儿童的学校教育经验有关,进入小学后,要求儿童遵守学校的学习规则和组织纪律,按要求完成各种任务等等,学生在各种生活和学习条件的要求下,逐渐更善于根据任务要求抑制基本的本能或经验反应,更善于汲取教训,及时调整解决问题策略,更善于根据任务要求评价各种内外信息,动态性的将适宜信息保持在工作记忆中,这就促进了进入小学后的一、二年级,儿童执行功能的快速发展。

4.2 性别效应

所有执行功能任务测量中没有发现性别主效应,也没有发现年龄和性别的交互作用。这一结果与 Welsh 的研究结论一致,在 Welsh 的发展研究中,既没有发现性别主效应,也没有发现年龄和性别的交互作用;但是在 Becker 等的研究中,白人男孩在完成 go/no-go 任务时,比白人女孩、黑人男孩、以及黑人女孩反应快,他们对此结果的解释是,这一结果可能是由于男女存在反应类型上的差异所致。相对于男孩,女孩可能倾向于更小心选择答案, Hagekull 关于儿童气质倾向的研究发现^[14],女孩的确比男孩更谨慎。Gallagher 的研究支持这一观点^[15],谨慎或一些反应偏爱认知能力性别差异主要原因。看来,关于这些功能的性别效应还有待进一步研究探测。

5 结论

5.1 整个儿童阶段,三种执行功能一直表现出随年龄递增而增长的趋势。

5.2 不同的执行功能表现出不同的发展速率,其中抑制控制大约在 6~7 岁表现出一个快速的增长期,记忆刷新从 7 岁到 10 岁一直呈线性增长,转换表现出两个快速增长期,第一个快速增长则发生在 7~8 岁之间,第二个快速增长则发生在 9~10 岁之间。三种执行功能的发展趋势到大约 10 岁后趋于平缓,10 岁和 11 岁儿童的表现没有显著性差异。

5.3 所有执行功能任务测量中没有发现性别主效应,年龄和性别的交互作用不显著。

参考文献

- 1 李红,高山,王乃弋.执行功能研究方法述评.心理科学进展,2004,12(5):693-705.
- 2 文萍.儿童执行功能及其对数学能力的预测模型.西南大学博士论文,2006.
- 3 Brocki K C, Gunilla B. Executive functions in children aged 6 to 13: A dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 2004, 26(2): 571-593.
- 4 Welsh M C, Pennington B F, Groisser D B. A normative-developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 1991, 7: 131-149.
- 5 Huizinga Mariette, Dolan C V, van der Molen M W. Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 2006. in press.
- 6 Pennington B F. Dimensions of executive functions in normal and abnormal development. In: N. A. Krasnegor, G. R. Lyon, P. S. Goldman-Rakic, Eds. *Development of the prefrontal cortex: Evolution, neurobiology, and behavior*. Baltimore: Paul H. Brooks Publishing Co., Inc, 1997. 265-281.
- 7 侯杰泰,温忠麟,成子娟.结构方程模型及其应用.教育科学出版社,2004.130-132.
- 8 李丹.儿童发展心理学.华东师范大学出版社,1987.256-324.
- 9 Anderson S W, Damasio H, Jones R D, et al. Wisconsin Card Sorting Test performance as a measure of frontal lobe damage. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 1991, 13(6): 909-922.
- 10 Espy K A, Bull R. Inhibitory processes in young children and individual variation in short-term memory. *Developmental Neuropsychology*, 2005, 28(2): 669-688.
- 11 Case R, Kurland M, Goldberg J. Operation efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1982, 33: 386-404.
- 12 Chelune G J, Baer R A. Developmental norms for the Wisconsin Card Sorting Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 1986, 8: 219-228.
- 13 朱智贤.儿童心理学.人民教育出版社,1980.227-281.
- 14 Hagekull B, Bohlin G. Preschool temperament and environmental factors related to the five-factor model of personality in middle childhood. *Merrill Palmer Quarterly*, 1998, 44: 194-215.
- 15 Gallagher A. Gender and antecedents of performance in mathematics testing. *Teachers College Record*, 1998, 100: 297-314.

An Development Research about the Executive Function of 6 ~ 11 Years Children

Wen Ping¹ ,Li Hong²

(1. Educational College of Guangxi Normal University ,Guilin 541004 ;

2. Psychology College of Southwest - China University ,Chongqing 400715)

Abstract :168 children were selected from the primary school ,They were given nine six tests about the Executive Function. The result indicates that the performance of childhood executive functions grows along with their age growth ,different executive function has different development pattern or form the memory updating transition occurs at the age of seven , children between 7 and 10 develop in linear growth , inhibition control at age of between 7 and 10 has developed fast ; the development of 3 executive functions run to smooth when reaches the age of 10 , there is no significantly difference in performance between 10 and 11 .

Key words :inhibition ;shifting ;updating ;executive function ;children

(上接第 21 页)

Self – modesty in the Traditional and Modern Vision

Hu Jinsheng^{1 2}

(1. Department of Psychology ,Liaoning Normal University ,Dalian 116029 ;

2. School of Psychology ,Southwest University ,Chongqing 400715)

Abstract :Self – modesty is a harmony – control process through low – sounding self – presentation , firmness – restraining flexibility and strength – defeating weakness. It is a function of interaction of cultural contexts , individual characteristics and situational variations , which is also motivated by benefits and affections. As illustrated in both traditional classics and modern studies , self – modesty is mainly motivated by “ obtaining harmony ” , “ keeping away disgrace ” and “ hiding a display ”. Self – modesty , in the significance of psychological health , is a way of self – actualization conforming to cultural expectation , which may in the meantime bring the crisis to self – harmony. As for organizational behaviors , self – modesty cannot be simply believed to improve the agreement of self – supervisor ratings , but may make it more complex.

Key words : self – modesty ; benefits motivation ; affection motivation ; psychological health ; organizational behaviors